



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NOSNÁ ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE
BYTOVÉHO DOMU
REINFORCED CONCRETE STRUCTURE OF APARTMENT BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

David Zápotočný

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.

BRNO 2018



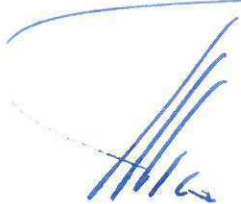
VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ


Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

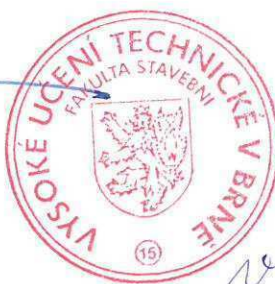
ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	David Zápotočný
Název	Nosná železobetonová konstrukce bytového domu
Vedoucí práce	Ing. Pavel Šulák, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017


prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu


prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT



PODKLADY A LITERATURA

Podklady:

Stavební podklady

Platné předpisy a normy (včetně změn a oprav):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Literatura: na základě doporučení vedoucího práce

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Pro vícepodlažní železobetonový objekt bytového domu navrhnete nosnou konstrukci.

Provedte statické řešení konstrukce a nadimenzujte její vybrané části: část stropní konstrukce, vybrané sloupy a konstrukci schodiště v rozsahu určeném vedoucím práce. Statickou analýzu proveďte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí (včetně kontroly zjednodušenou metodou).

Vypracujte výkres tvaru dimenzované části konstrukce a podrobné výkresy výztuže posuzovaných prvků.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresy tvaru a výztuže (v rozsahu určeném vedoucím práce).

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x)

Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1x na CD.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Pavel Šulák, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřená na návrh monolitické železobetonové lokálně podepřené stropní desky bytového domu. Součástí práce je i návrh jednoho vybraného sloupu a schodiště. Stropní deska se nachází ve druhém nadzemním podlaží a sloup v prvním nadzemním podlaží. Výpočet vnitřních sil je proveden ve výpočetním programu SCIA Engineer 17.1. Výsledky ze softwaru jsou porovnány s výsledky ruční zjednodušené metody. Posouzení konstrukce je provedeno dle ČSN EN 1992-1-1.

Klíčová slova

Železobetonová lokálně podepřená stropní deska, sloup, schodiště, vnitřní síly, metoda součtových momentů, metoda náhradních rámců, metoda konečných prvků, protlačení, návrh betonářské výztuže, dimenzování, výkresová dokumentace

Abstract

The main subject of this bachelor thesis is focused on the design of reinforced concrete locally supported slab of a apartment building. Another part includes the design of a one selected column and stairway. The slab is located on the second floor and column on the first floor. Calculation of the internal forces is is created at computer software system Scia Engineer 17.1. The Results of the software are compared with the result of the simplified manual method. The calculation method is based on ČSN EN 1992-1-1.

Keywords

Locally supported reinforced concrete slab, column, stairway, internal forces, the method of summation of moments, method of replacement frames, finite element method, punching shear design, design of reinforcement, drawing documentation

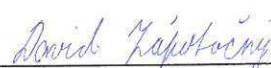
Bibliografická citace VŠKP

David Zápotočný *Nosná železobetonová konstrukce bytového domu*. Brno, 2018. 15 s., 125 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Pavel Šulák, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 11. 4. 2018



David Zápotočný
autor práce

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Pavlu Šulákovi, Ph.D. za ochotu, strávený čas a poskytování cenných rad při odborných konzultacích. Dále bych rád poděkoval své rodině a přátelům za podporu v průběhu celého studia.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NOSNÁ ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE
BYTOVÉHO DOMU
REINFORCED CONCRETE STRUCTURE OF APARTMENT BUILDING

TEXTOVÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

David Zápotočný

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.

BRNO 2018

Obsah

1	ÚVOD.....	4
2	POPIS OBJEKTU.....	4
3	POPIS KONSTRUKCE.....	4
3.1	SVISLÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY.....	4
3.2	VODOROVNÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY	4
3.3	SCHODIŠTĚ	4
4	MATERIÁLY	5
5	ZATÍŽENÍ.....	5
6	VNITŘNÍ SÍLY.....	5
7	DIMENZOVÁNÍ.....	5
8	ZÁVĚR.....	6

1 ÚVOD

Předmětem bakalářské práce je staticky vyřešit monolitickou železobetonovou lokálně podepřenou stropní desku, sloup a schodiště bytového domu. Vnitřní síly byly zjištěny metodou konečných prvků s použitím softwaru SCIA Engineer 17.1. Výsledky z výpočtového softwaru byly ověřeny pomocí zjednodušené metody. Do vyšetřované stropní desky byla navržena výztuž na ohyb, dále výztuž proti řetězovému zřícení a proti protlačení. Výztuž proti protlačení byla navržena dvěma způsoby. Byly navrženy svařované žebříčky a také smykové lišty. Navržená výztuž byla následně zakreslena do přiložených výkresů.

2 POPIS OBJEKTU

Řešený bytový dům má 3 nadzemní podlaží. Konstrukční výška podlaží je 3,2 m. V každém patře se nachází 2 velkometrážní byty vzájemně oddělené akustickou stěnou. Jednotlivá patra mají stejnou dispozici. Vodorovné síly jsou zde přeneseny pomocí ztužujících železobetonových stěn. Zastřešení objektu je řešeno pomocí jednoplášťovou nepochozí plochou střechou. Spojení mezi jednotlivými patry je zajištěno pomocí dvouramenného schodiště s mezipodestou, které je umístěno ve ztužujícím jádře. Obvodový plášť je řešen pomocí tvárníc YTONG P2 tloušťky 300 mm. Objekt je dále zateplen pomocí expandovaného polystyrenu tloušťky 150 mm.

3 POPIS KONSTRUKCE

3.1 SVISLÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY

Stropní deska je podporována ztužujícím jádrem a sloup. Všechny sloupy mají čtvercový tvar o rozměru 0,4 x 0,4 m. Osové vzdálenosti sloupů jsou 6,0 x 6,0 m. Ztužující stěny mají tloušťku 0,3 m. Výška sloupů a ztužujících stěn je 3,2 m. V rámci bakalářské práce není řešena ztužující stěna.

3.2 VODOROVNÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY

Lokálně podepřená železobetonová deska je podporována ztužujícími stěnami a sloupy. Navržená tloušťka desky je 240 mm. Deska je navržena bez přesahu a hrana desky tedy lícuje s vnější hranou krajního sloupu.

3.3 SCHODIŠTĚ

Schodiště je navrženo jako monolitické dvouramenné s mezipodestou. Šířka schodišťového ramene je 1,5 m a šířka mezipodesty je 1,77 m.

4 MATERIÁLY

Veškeré navržené konstrukce budou z betonu C 25/30 a oceli B 500 B. Stupeň vlivu prostředí XC1 – suché nebo stále mokré – budovy s nízkou vlhkostí

Beton C25/30:

- $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
- $f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$
- $E_{cm} = 31 \text{ MPa}$
- $\epsilon_{cu,3} = 3,5 \text{ ‰}$
- $\epsilon_{c2} = 2,0 \text{ ‰}$

Ocel B 500 B:

- $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
- $E_s = 200 \text{ GPa}$
- $\epsilon_{yd} = 0,002175 \text{ ‰}$

5 ZATÍŽENÍ

Do stálého zatížení je uvažováno s vlastní tíhou, podlahou, vnitřním zdívkem – mezibytovou příčkou, střešním pláštěm a obvodovým pláštěm. V nahodilém zatížení je uvažováno se zatížením užitným, sněhem a také s lehkými přemístitelnými příčkami ze sádrokartonu. V užitném zatížení je uvažováno s kategorií A: Obytné plochy a plochy pro domácí činnosti. Sněhová oblast je kategorie III. Pro kombinace bylo vytvořeno 21 zatěžovacích stavů a pro sloup byl vytvořen navíc 22. zatěžovací stav – sníh.

6 VNITŘNÍ SÍLY

Vnitřní síly byly zjištěny z pomoci programu Scia Engineer 17.1. Pro stropní desku je zde vytvořen 2D model. Pro dimenzování výztuže do desky byly návrhové ohybové momenty zprůměrovány na šířku příslušného pruhu a poté porovnány s výsledky z ruční metody. Pro vyšetřování vnitřních sil sloupu je v programu vytvořený 3D model.

7 DIMENZOVÁNÍ

Stropní deska je dimenzována na ohyb, proti řetězovému zřícení a nakonec také na smyk (protlačení). Pro dimenzování na ohybový moment je vytvořena při horním i spodním povrchu síť z výztuže o průměru 10 mm. V místech, ve kterých síť nepřenesle ohybové momenty je dovyztužena. Rozteče výztuže jsou zvoleny po 100, 200 a 400 mm a použité průměry jsou 10 a 14 mm. Proti protlačení byla navržena smyková výztuž ze žebříčků i smykové lišty. Pro sloup je navrženo 8 prutů o průměru 14 mm.

8 ZÁVĚR

Jednotlivé navrhované prvky, které byly předmětem této bakalářské práce, byly navrženy podle platných norem a zásad. Posouzení všech řešených prvků je vyhovující. Stropní deska může být v některých místech mírně předimenzována. Je to zapříčiněno dimenzováním s ohledem na snížení pracnosti armování. Konstrukce by mohla být navržena hospodárněji pokud by bylo dimenzováno na každý ohybový moment v každém poli zvlášť. Ke všem řešeným prvkům byly zpracovány výkresy betonářské výztuže.

Seznam použitých zdrojů:

- 1) ČSN EN 1991-1-1: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- 2) ČSN EN 1991-1-3: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem
- 3) ČSN EN 1992-1-1: Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- 4) BAŽANT, Zdeněk – BETONOVÉ KONSTRUKCE 1 – MODUL CS4, Betonové konstrukce plošné – Část 2, Brno: Vysoké učení technické; 2004.; 73 str.
- 5) ZICH Miloš a kol. – Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódů, Praha: Dashafer Holding, Ltd.; 2010.; 149 str
- 6) PROCHÁZKA, Jaroslav. ŠMEJKAL, Jiří. VÍTEK, Jan. VAŠKOVÁ, Jitka. Navrhování betonových konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2010. 350 s.
- 7) ŠVAŘÍČKOVÁ, Ivana. Pomůcky. [online]. [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova>
- 8) PROCHÁZKA, Jaroslav a kol.– Školení: NAVRHOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ DLE EN 1992- 1-1 (EUROKÓDU 2), ČÁST 1: NAVRHOVÁNÍ PRVKŮ ŽELEZOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍ, Sborník příkladů ke školení 2005; První vydání; Praha: ČBS Servis s.r.o. 2005; 176 str. ISBN 80-903502-1-6

Použitý software

- 1) Autodesk AutoCAD 2018
- 2) Microsoft Office Word 2016
- 3) Microsoft Office Excel 2016
- 4) SCIA Engineer 17.1

Seznam příloh

- P1) Použité podklady
- P2) Statický výpočet
- P3) Výkresová dokumentace

Seznam použitých zkratk a symbolů

A_b	plocha zatížení vnitřního sloupu
A_s	plocha výztuže
$A_{s,min}$	minimální plocha výztuže
$A_{s,max}$	maximální plocha výztuže
$A_{s,req}$	nutná plocha výztuže
A_{sw}	plocha smykové výztuže
$A_{sw,min}$	minimální plocha smykové výztuže
A	součinitel vyjadřující vliv dotvarování
B	součinitel vyjadřující vliv vyztužení
C	součinitel vyjadřující vliv poměru momentů na koncích sloupu
C_e	součinitel expozice závislý na typu krajiny
C_t	tepelný součinitel
c_{nom}	nominální krycí vrstva
c_{min}	minimální krycí vrstva
Δc_{dev}	přídavek k minimální krycí vrstvě zohledňující možné odchylky
$c_{min,b}$	minimální krycí vrstva s přihlédnutím k požadavku soudržnosti
$c_{min,dur}$	minimální krycí vrstva s přihlédnutím k podmínkám prostředí
$\Delta c_{dur,\gamma}$	přídavná hodnota z hlediska spolehlivosti
d_1	vzdálenost těžiště výztuže od taženého okraje
d	účinná výška průřezu
d_g	maximální frakce kameniva
E_{cm}	modul pružnosti betonu
E_s	modul pružnosti oceli
f_{cd}	návrhová pevnost betonu v tlaku
f_{ck}	charakteristická pevnost betonu v tlaku
f_{ctm}	pevnost betonu v tahu
f_{yd}	návrhová pevnost oceli v tahu a tlaku
f_{yk}	charakteristická mez kluzu
g_d	návrhová hodnota zatížení
g_k	charakteristická hodnota zatížení
h_s	výška desky
$h_{s,min}$	minimální výška desky
l_{bd}	návrhová kotevní délka
$l_{b,rqd}$	základní kotevní délka
$l_{b,min}$	minimální kotevní délka

l_0	návrhová délka přesahu
m_{xD-}	momenty při spodním povrchu desky pro směr X
m_{yD-}	momenty při spodním povrchu desky pro směr Y
m_{xD+}	momenty při horním povrchu desky pro směr X
m_{yD+}	momenty při horním povrchu desky pro směr Y
$M_{x,tot}$	celkový součtový moment
M_{Ed}	návrhová hodnota ohybového momentu
M_{Rd}	moment na mezi únosnosti
N_{Ed}	návrhová hodnota normálové síly
S_k	charakteristická hodnota zatížení sněhem
s_r	vzdálenost svislých prutů smykové výztuže
s_t	vzdálenost obvodů smykové výztuže
u_0	obvod sloupu
u_i	délka i-tého kontrolovaného obvodu
u_{out}	délka obvodu, ve kterém již není nutná smyková výztuž
x	poloha neutrální osy
z_c	rameno vnitřních sil
ZS	zatěžovací stav
ε_{cu3}	mezí přetvoření betonu
ε_{yd}	minimální přetvoření výztuže
λ_{lim}	limitní štíhlost sloupu
v_{Ed}	maximální smykové napětí
$V_{rd,cs}$	návrhová hodnota únosnosti ve smyku při protlačení se smykovou výztuží
v_{min}	minimální smykové napětí
$V_{Rd,max}$	návrhová hodnota maximální únosnosti ve smyku
$V_{Rd,c}$	návrhová hodnota únosnosti ve smyku při protlačení bez smykové